Journal of Agroecology
Vol. 12, No.1, Spring 2020, p. 15-35

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 12، شماره 1، بهار 1399، ص 35-15

تأثیر مدیریت بقایای گیاهی و نیتروژن بر تغییرات وزن خشک و عملکرد گیاه پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) در دو سامانه خاک‌ورزی

مجید جامی‌الاحمدی[1*]، سید وحید اسلامی[1] و موسی فرهمند[2]

تاریخ دریافت: 1397/03/05
تاریخ پذیرش: 1397/06/30

جامی‌الاحمدی، م.، اسلامی، س.و. و فرهمند، م. 1399. تأثیر مدیریت بقایای گیاهی و نیتروژن بر تغییرات وزن خشک و عملکرد گیاه پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) در دو سامانه خاک‌ورزی. بوم‌شناسی کشاورزی، 12 (1): 35-15.

چکیده

اجتناب از شخم مکرر زمین به‌همراه حفظ بقایای گیاهی و مدیریت تغذیه گیاه می‌تواند به حفاظت و بهبود شرایط خاک و گیاه کمک نماید. در این راستا جهت بررسی تأثیر کاربرد مقادیر مختلف بقایای گیاهی و کود نیتروژن در دو سامانه مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزاء عملکرد پنبه، آزمایشی در دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در قالب طرح اسپلیت فاکتوریل با سه تکرار در سال 1392 انجام شد. عامل اصلی دو سطح خاک‌ورزی معمول (شخم برگردان‌دار) و کم‌خاک‌ورزی (دیسک) بود. عامل فرعی نیز شامل دو سطح نیتروژن (50 و 150 کیلوگرم در هکتار) و پنج سطح بقایای جو (معادل صفر، 77، 154، 231 و 308 گرم در مترمربع) بود که به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی به‌صورت تصادفی توزیع شدند. صفات مورد بررسی شامل درصد سبز شدن، وزن خشک گیاه و عملکرد و اجزای عملکرد بودند. نتایج نشان داد که کاربرد بقایا سبب کاهش سبز شدن پنبه شد. کاربرد مقادیر اندک بقایا سبب کاهش وزن خشک و عملکرد پنبه نسبت به عدم کاربرد شد، ولی با افزایش بقایا مقادیر این صفات به‌ویژه در شرایط کاربرد بیشتر نیتروژن و شخم برگردان‌دار، افزایش زیادی را نشان دادند، به‌نحوی‌که بالاترین میزان عملکرد الیاف به‌میزان 1/04 تن در هکتار در سطح 308 گرم بقایا همراه با 150 کیلوگرم نیتروژن و کاربرد شخم برگردان‌دار حاصل شد. بر مبنای یافته‌ها، در صورت افزودن 100 درصد بقایای محصول قبل به خاک، باید میزان نیتروژن به‌کار برده شده نیز به‌طور متناسب افزایش یابد، در غیر این صورت کاهش معنی‌داری در عملکرد و اجزاء آن به‌ویژه در سطوح بالای بقایا رخ می‌دهد. هم‌چنین به‌نظر می‌رسد حداقل در کوتاه‌مدت اجرای سامانه‌های کم‌خاک‌ورزی تأثیری بر عملکرد نداشته و یا حتی سبب کاهش آن شوند و به مطالعات درازمدت برای تعیین اثربخشی سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی نیاز است.

واژه‌های کلیدی: خاک‌ورزی حفاظتی، دیسک، سبز شدن، شخم برگردان‌دار، عملکرد الیاف

مقدمه

خاک‌ورزی فشرده و کاربرد ماشین‌آلات سنگین در کنار سوزاندن بقایای گیاهی و مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی در مزارع از جمله مهم‌ترین دلایل تخریب خاک در نظام‌های کشاورزی رایج بوده و امروزه فرسایش خاک، کاهش مواد آلی خاک و شور شدن اراضی کشاورزی، سه دلیل اصلی برای ناپایدار شدن کشاورزی محسوب می‌شوند. در این راستا، جایگزینی نظام‌های رایج با نظام‌های کشاورزی حفاظتی به‌عنوان یک راهکار مهم در جهت نیل به پایداری، مطرح گردیده و پذیرش جهانی را به دنبال داشته است (Najafi & Zand, 2012; Verhulst et al., 2010) که در آن سه راهکار خاک‌ورزی حفاظتی برای درمان فرسایش خاک، حفظ بقایا برای درمان کاهش ماده آلی خاک و تناوب زراعی نیز برای جلوگیری از شور شدن اراضی در قالب کشاورزی حفاظتی پیشنهاد و ارائه شده‌اند.

1- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، ایران.
2- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: mjamialahmadi@birjand.ac.ir)
Doi:10.22067/jag.v12i1.73029

نتایج آزمایش‌های متعدد نشان داده است که سامانه‌های کم و بدون خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم نه‌تنها باعث کاهش هزینه‌های زراعی در طول یک سال شده (Weersink et al., 1992)، بلکه سله بستن لایه سطحی خاک، وزن مخصوص ظاهری و فشردگی خاک را کاهش داده و موجب افزایش ذخیره رطوبت در خاک، عمدتاً در نتیجه نفوذ بهتر آب، کاهش تبخیر و رواناب و افزایش دسترسی عناصر غذایی در خاک می‌شوند (Horne et al., 1992; Opoku & Vyn, 1997). کاربرد چنین سامانه‌هایی در پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) فوایدی از جمله کنترل فرسایش و سلامت خاک دارد (Buman et al., 2005). در آزمایشی مشاهده شد که خاک‌ورزی صحیح باعث کاهش فشردگی خاک و خروج زودتر گیاهچه پنبه شد، هر چند اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و آماده‌سازی بستر کاشت روی محصول وش و کیفیت الیاف معنی‌دار نبود (Aykas & Onal, 2004). قادری‌فر و همکاران (Ghaderi-Far et al., 2012) با بررسی اثرات سامانه‌های خاک‌ورزی بر عملکرد پنبه بعد از کلزا در گرگان به این نتیجه دست یافتند که بوته‌های رشد یافته در سیستم بدون شخم، کوچک‌تر و شاخه‌دهی کمتری داشته و عملکرد وش در این سیستم در مقایسه با سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی و رایج کمتر بود. هر چند هزینه‌های زراعی این سیستم نیز در مقایسه با سیستم خاک‌ورزی مرسوم کمتر است. دیده شده است که در سیستم کم‌خاک‌ورزی (چیزل و دیسک) و بدون شخم در مقایسه با سیستم خاک‌ورزی مرسوم تعداد غوزه در بوته بیشتری وجود داشت، امّا وزن غوزه‌ها به‌دلیل افزایش مقصدها برای دریافت مواد فتوسنتزی، کمتر بود (Mert et al., 2006). از سوی دیگر در یک آزمایش پنج‌ساله دیده شد که عملکرد پنبه در دو سال اوّل در سیستم بدون خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم و دیسک و چیزل کمتر بود، ولی در سه سال بعد سیستم بدون خاک‌ورزی باعث افزایش عملکرد و هم‌چنین زودرس‌تر شدن محصول به‌میزان شش تا 10 روز نسبت به سیستم‌های خاک‌ورزی مرسوم شد (Triplett et al., 1996).

مدیریت بقایای گیاهان زراعی یکی دیگر از ارکان اصلی تولید پایدار در کشاورزی بوده و کاربرد بقایای گیاهی و حفظ ماده آلی اهمیت زیادی در توسعه و گسترش سامانه‌های کشاورزی پایدار، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک همچون ایران، دارد؛ بنابراین جهت حفظ خاک و بهبود خصوصیات فیزیکی آن و حفظ تعادل عوامل زیست‌محیطی، ضرورت حفظ بقایای گیاهی بعد از برداشت و مصرف مواد آلی و افزایش درصد آن در خاک‌های کشور امری اجتناب‌ناپذیراست (Ghooshchi et al., 2011; Sadeghi & Kazemayni, 2012). گزارش‌شده است که افزودن بقایای گیاهی در مقایسه با سوزاندن کامل بقایا، عملکرد ذرت را بیش از 50 درصد بهبود می‌بخشد. این افزایش عملکرد در نتیجه کاهش در تلفات رواناب (تا 50 درصد) و آبشویی عناصر (تا 80 درصد) و نیز بهبود توزیع آب و عناصر غذایی در تمام طول دوره رشد گیاه (تا 80 درصد) حاصل شد (Limon-Ortega et al., 2000).

یکی از مشکلات احتمالی مرتبط با کاربرد بقایای گیاهی در کشت‌های حفاظتی، تأثیرات منفی آن‌ها، از طرق فیزیکی، شیمیایی و یا بیولوژیکی بر سبز شدن و رشد اولیه گیاهانی است که در تناوب زراعی با آن‌ها کشت می‌شوند که می‌تواند موجب عدم ایجاد پوشش سبز یکنواخت در اوایل فصل رشد، مشکلات کشت مجدد و کاهش میزان عملکرد و زیست‌توده تولیدی شود (Abbasdokht & Chaichi, 2003; Layese et al., 2002). یونسی و همکاران (Younesi et al., 2012) گزارش کردند با افزایش مقدار بقایای گیاهان زراعی سرمادوست گندم (*Triticum aestivum* L.)، جو (*Hordeum vulgare* L.) و چاودار (*Secale cereale* L.)، درصد جوانه‌زنی ذرت (*Zea mays* L.)، سورگوم (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) و سویا (*Glycine max* (L.) Merr.) از یک روند کاهشی پیروی کرد. هم‌چنین دیده شده است که بقایای گیاهی گندم موجب کاهش ارتفاع بوته سویا و آفتابگردان شده است، درحالی‌که بر ارتفاع سورگوم تأثیری نداشت (Unger & McCalla, 1980). با این وجود، پژوهش‌های زیادی رابطه مستقیم و مثبت بین عملکرد و استفاده از مقادیر مختلف بقایای گیاهی را، به‌ویژه در درازمدت، به اثبات رسانده‌اند (Power et al., 1998). این رابطه مثبت به تغییر در ویژگی‌هایی مانند ماده آلی خاک و چرخه نیتروژن نسبت داده شده است. نتایج به‌دست آمده توسط فیشر و همکاران (Fischer et al., 2002) گویای اثر مثبت برگشت بقایای گیاهی در فراهمی بیشتر نیتروژن و افزایش عملکرد دانه ذرت و گندم است و در طولانی‌مدت اثر برگشت بقایا به خاک از توجیه اقتصادی برخوردار خواهد بود. در یک پژوهش 13 ساله روی گیاه ذرت در هشت سال از 13 سال، متوسط عملکرد برای تیمارهای حذف بقایا 8/4 درصد کمتر از

تیمارهای حفظ بقایای گیاهی بود (Linden et al., 2000). رایت و همکاران (Right et al., 1998) عنوان نمودند که نگهداری بقایای گیاهی سورگوم، سویا و گندم که در تناوب با یکدیگر کاشته شدند طی یک دوره 21 ساله سبب بهبود دانه‌بندی خاک و کاهش وزن مخصوص ظاهری آن به‌دلیل بهبود ابعاد خاک‌دانه‌ها و افزایش خلل‌وفرج خاک شد.

گر چه بقایای گیاهی می‌توانند در درازمدت از جمله منابع مهم تأمین‌کننده نیتروژن در خاک باشند (Kamkar et al., 2009)، ولی در کوتاه‌مدت ممکن است اضافه کردن بقایای گیاهی به خاک، به‌ویژه بلافاصله قبل از کشت، موجب غیرمتحرک شدن نیتروژن خاک شود که مقدار آن به نوع بقایای گیاهی بستگی دارد (Vetch & Randall, 2000). این ممکن است سبب شود در صورت نگهداری بقایای گیاهانی همچون ذرت در سطح مزرعه (Layese et al., 2002)، میزان کود نیتروژن توصیه شده در کشت بعدی برای حفظ و نگهداری کربن آلی کافی نبوده و نیاز به مصرف کود نیتروژن بیشتری باشد؛ بنابراین در سامانه‌های حفظ بقایای گیاهی، کاربرد کودهای نیتروژن‌دار یک عامل کلیدی جهت تولید محصول محسوب شده و بر الگوی ذخیره کربن آلی خاک تأثیر می‌گذارد (Vetch & Randall, 2000). مطالعات انجام شده توسط امام و همکاران (Emam et al., 2011) و صادقی و کاظمینی (Sadeghi & Kazemayni, 2012) در خصوص اثر مدیریت بقایای گیاهی و کود نیتروژن به‌ترتیب بر دو گیاه جو و گندم نشان دادند که در مواردی که بقایا به خاک افزوده می‌شود، بایستی میزان نیتروژن مصرفی نیز متناسب با افزایش بقایا، اضافه شود، در غیر این صورت کاهش معنی‌داری در اجزای عملکرد مشاهده خواهد شد. بدیهی است که رشد رویشی و عملکرد پنبه مثل سایر محصولات وابسته به قابل‌دسترس بودن نیتروژن، و آب، در طول دوره رشد می‌باشد. دیده شده است که کمبود نیتروژن به‌طور کاملاً معنی‌داری سبب کاهش ارتفاع، تعداد غوزه در بوته، وزن تک غوزه و همچنین عملکرد وش پنبه می‌شود (Jamily et al., 2010).

مدیریت صحیح بقایای گیاهی و به‌کار بردن سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی و شخم کاهش‌یافته در مقایسه با سامانه‌های معمول شخم (مانند شخم برگردان‌دار) می‌توانند سبب صرفه‌جویی در هزینه‌ها و انرژی ورودی و نیز افزایش ذخیره رطوبت و مواد آلی خاک شوند. با این‌حال، بدیهی است که هرگونه تغییری در نوع عملیات زراعی، می‌تواند رشد و عملکرد محصولات را تحت تأثیر قرار دهد و از این جهت، لزوم بررسی همه‌جانبه آن ضروری به نظر می‌رسد. پنبه گیاهی استراتژیک است که تأثیرات مهمی در اقتصاد کشور، از جمله تأمین کالاهای اساسی جامعه (نظیر نخ، پارچه، روغن، علوفه دام و غیره)، تأثیر در صنعت و اقتصاد کلی کشور نظیر کارخانه‌های نساجی، پنبه‌پاک‌کنی، روغن‌کشی، کارگاه‌های قالی‌بافی و ...، و تأثیر در اشتغال‌زایی دارد، به‌طوری‌که زراعت پنبه بیش از سایر محصولات زراعی اشتغال‌زا بوده و با ایجاد یک شغل در زراعت پنبه، حدود پنج فرصت شغلی در بخش‌های صنعت و خدمات وابسته نیز فراهم می‌آید (Azad Disfani et al., 2014). استان خراسان جنوبی با تولید 34 هزار تن پنبه در سال و سطح زیر کشت 13 هزار هکتار از اراضی آبی رتبه دوم تولید پنبه را در کشور دارد (Hosseini et al., 2016). در حال حاضر عمده کشت پنبه در بسیاری از مزارع کشور و به‌ویژه این استان به‌شکل مرسوم و پس از حذف بقایای محصول قبلی انجام می‌گیرد و بررسی‌های زیادی روی اهمیت بقایای گیاهی در این گیاه، در ایران انجام‌نشده است. معرفی ارقام زودرسی مانند رقم خرداد امکان کشت دوگانه این گیاه را پس از برداشت غلات فراهم کرده است. ازآنجاکه در مورد اثرات سیستم‌های خاک‌ورزی بر عملکرد پنبه بعد از غلات در شرایط حفظ بقایای گیاهی اطلاعاتی وجود ندارد و جایگزینی این سیستم به‌جای سیستم خاک‌ورزی رایج، نیاز به مطالعات جامع دارد، لذا این تحقیق با هدف بررسی برهم‌کنش بقایای گیاهی جو و سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد محصول پنبه در دو سامانه خاک‌ورزی (خاک‌ورزی معمول با شخم برگردان‌دار و کم‌خاک‌ورزی با دیسک) انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال 1392 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند واقع در کیلومتر پنج جاده بیرجند– کرمان، با عرض جغرافیایی ′56 و °32 شمالی، طول جغرافیایی ′13 و °59 شرقی و 1480 متر ارتفاع از سطح دریا اجرا شد. قبل از عملیات کاشت نمونه‌گیری از عمق صفر تا 30 سانتی‌متری خاک صورت گرفت و بافت آن در آزمایشگاه تعیین شد. خاک مزرعه آزمایشی دارای بافت لومی، pH معادل 7/4 و هدایت الکتریکی عصاره اشباع برابر با 3/2 بود. مقادیر نیتروژن و ماده آلی خاک نیز به‌ترتیب برابر 0/025 و 29 درصد بودند.

این تحقیق در قالب طرح اسپلیت فاکتوریل با سه تکرار اجرا گردید. عامل اصلی دو سطح خاک‌ورزی شامل خاک‌ورزی معمول و کم‌خاک‌ورزی بود که به‌ترتیب با شخم برگردان‌دار و دیسک انجام گرفت. عامل فرعی شامل دو سطح نیتروژن (50 و 150 کیلوگرم در هکتار) و پنج سطح بقایای جو (صفر، 25، 50، 75 و 100 درصد به‌ترتیب معادل صفر، 77، 154، 231 و 308 گرم در متر مربع) بود که به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی به‌صورت تصادفی توزیع شدند. مساحت هر کرت آزمایشی 15 مترمربع (شش متر طول و 2/5 متر عرض) در نظر گرفته شد که شامل چهار ردیف کشت با فاصله بین ردیف 60 سانتی‌متر، فاصله روی ردیف 15 سانتی‌متر و فاصله بین کرت‌ها 120 سانتی‌متر و تراکم کاشت حدود 11 بوته در مترمربع بود.

پیش از شروع آزمایش، در تاریخ 92/3/15 در موقع رسیدن دانه جو، یک مترمربع از سطح مزرعه‌ای که قبلاً برای کاشت مشخص شده بود، به‌اندازه ارتفاع برداشت کمباین غلات (15 سانتی‌متر)، با دست برداشت شده و بعد از جداسازی دانه از کاه، میزان کاه‌وکلش باقی‌مانده محاسبه و معادل سطح 100٪ بقایا (308 گرم در مترمربع) در نظر گرفته شد و میزان بقایای هر کرت بر طبق آن تنظیم شد. بلافاصله پس از آن عملیات خاک‌ورزی زمین توسط شخم معمول به‌وسیله گاوآهن برگردان‌دار تا عمق 30 سانتی‌متری و یا کم-خاک‌ورزی به‌وسیله دیسک انجام پذیرفت و ردیف‌های کاشت با استفاده از فاروئر با فاصله مورد نظر (60 سانتی‌متر) ایجاد شدند.

تمامی کود فسفره (به‌نسبت 200 کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل در هکتار) پیش از کاشت به زمین داده شد و کود نیتروژن (به‌نسبت 50 و 150 کیلوگرم در هکتار، بر حسب تیمار مورد نظر) به‌صورت سرک در سه مرحله (یک‌سوم در هنگام کاشت، بعد از تنک نهایی و دو هفته پس از تنک نهایی) به‌نسبت مساوی در اختیار گیاه قرار گرفت. برای ممانعت از تداخل کودی بین کرت‌ها، جوی‌های آب جداسازی گردید. کاشت پنبه در تاریخ 30 خرداد سال 1392 با استفاده از بذر سوپرالیت رقم خرداد با دست، در وسط پشته‌ها به‌عمق چهار تا پنج سانتی‌متر انجام شد. قبل از کاشت، بذرهای پنبه با سم تیودیکارپ (80 درصد گرانول قابل‌انتشار در آب) با نسبت پنج در هزار ضدعفونی شدند. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت صورت گرفت و در طول فصل رشد نیز آبیاری بر اساس عرف منطقه (هر هفت روز یک‌بار) و در آخر فصل برای تسریع رسیدگی غوزه‌ها هر 10 روز یک‌بار انجام پذیرفت. پس از سبز شدن عمل واکاری در مکان‌های لازم صورت پذیرفت و پس از اطمینان از استقرار، بوته‌ها در مرحله چهاربرگی به‌فاصله 7/5 سانتی‌متر و در مرحله شش تا هشت‌برگی به‌فاصله 15 سانتیمتر تنک شدند.

به‌منظور تعیین درصد سبز شدن، پیش از تنک کردن شمارش از دو ردیف وسط به‌طول نیم متر انجام پذیرفت (Jami Al-Ahmadi, 1998). سپس درصد سبز شدن (100× تعداد کل بذر کاشته شده/ تعداد بذر سبز شده =درصد سبز شدن) تعیین شد. جهت تعیین وزن خشک گیاه، در 30، 60 و 90 روز پس از کاشت، تعداد سه بوته از هر کرت از سطحی معادل 0/27 مترمربع به‌صورت تصادفی برداشت و نمونه‌ها به‌تفکیک برگ و ساقه به‌مدت 72 ساعت در دمای 70 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و سپس با ترازو (با دقت 0/001 و 0/01 گرم) اقدام به توزین شد. نمونه‌برداری به‌منظور تعیین عملکرد با رعایت اثر حاشیه‌ای تنها از دو ردیف وسط هر کرت در دو چین با دست انجام گرفت که چین اول و دوم به‌ترتیب در 92/7/5 و 92/8/17 پس از رسیدگی فیزیولوژیک محصول انجام پذیرفت. در هر چین پس از برداشت غوزه‌ها وزن آن‌ها تعیین و مجموع وزن غوزه‌ها در دو چین به‌عنوان عملکرد غوزه در نظر گرفته شد. سپس در هر چین، وش از غوزه‌ها جداسازی و با ترازوی دقیق اندازه‌گیری و سپس وزن وش چین اول و دوم با هم جمع شد تا عملکرد وش برحسب تن در هکتار به‌دست آید. پس از جدا کردن پنبه‌دانه‌ها از الیاف، وزن الیاف هر کرت با استفاده از ترازوی با دقت 0/01 اندازه‌گیری شد. وزن پنبه‌دانه از تفاوت بین عملکرد وش و عملکرد الیاف محاسبه شد. عملکرد ماده خشک (وزن خشک در بالای سطح خاک) نیز با قطع 10 بوته به‌صورت تصادفی از هر کرت از محل طوقه و قرار دادن آن‌ها به‌مدت 72 ساعت در دمای 70 درجه در آون و توزین آن‌ها، محاسبه گردید.

پس از جمع‌آوری داده‌ها آزمون نرمال‌سازی داده‌ها با نرم‌افزار Sigma-plot (نسخه 14) انجام شد و در صورت نیاز تبدیل مناسب روی آن‌ها انجام شد. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS Ver. 8.1 و مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (FLSD) و در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت و برای سایر محاسبات آماری و رسم نمودارها، جداول و اشکال از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

درصد سبز شدن پنبه

اثر اصلی شخم و بقایای جو و اثر متقابل شخم در بقایای جو تأثیر معنی‌داری بر درصد سبز شدن پنبه در سطح احتمال یک درصد داشت؛ امّا اثر اصلی نیتروژن و اثرات متقابل شخم × نیتروژن، بقایا × نیتروژن و اثر سه‌گانه شخم × بقایا × نیتروژن بر درصد سبز شدن پنبه اثر معنی‌داری نداشت (جدول 1).

درصد سبز شدن در شخم برگردان‌دار (46/8٪) به‌طور معنی‌داری بیشتر از کاربرد دیسک (38/1٪) بود. از سوی دیگر، درصد سبز شدن در هر دو سامانه خاک‌ورزی به‌طور نمائی با افزایش میزان بقایا در سطح خاک کاهش نشان داد (شکل 1).

بیشترین درصد سبز شدن مربوط به بقایای صفر (بدون بقایا) در شخم برگردان‌دار و کمترین میزان سبز شدن مربوط به کم‌خاک‌ورزی (دیسک) با بقایای 308 گرم در مترمربع بود. دلایل متعددی برای اثرات منفی بقایای گیاهی روی سبز شدن و رشد گیاه بعدی وجود دارد. برای مثال، تجمع زیاد بقایا، به‌ویژه در سامانه‌های شخم حداقل و بدون شخم، ممکن است مانع تماس کافی بذرها با خاک شده و نیز از طریق سایه‌اندازی و انعکاس بخش قابل‌توجهی از نور تابیده شده بر سطح خاک موجب کاهش دمای خاک شده و لذا بذور دیرتر جوانه خواهند زد (Allmaras et al., 2001; Griffith et al., 2000; Layese et al., 2002). چنین احتمالی توسط ایران‌نژاد و همکاران (Irannejad et al., 2002) نیز تائید شده است. آن‌ها بیان داشتند کاهش تعداد بذور سبز شده پنبه رقم ورامین در تیمار کلش می‌تواند مربوط به کاهش درجه حرارت خاک باشد. این امر به‌ویژه در سامانه کم‌خاک‌ورزی با دیسک که در آن بقایا به‌خوبی با خاک مخلوط نشدند مشهود است (شکل 1). تحقیقی که توسط جانسون و ساندرس (Johnson & Saunders, 2003) در مورد واکنش گیاه پنبه نسبت به روش‌های مختلف خاک‌ورزی انجام گرفت نشان داد که میزان درصد سبز شدن گیاه در روش مرسوم شش درصد بیشتر از روش بی‌خاک‌ورزی بود.

جدول 1- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات درصد سبز شدن و وزن خشک گیاه پنبه در 30، 60 و 90 روز پس از سبز شدن تحت تأثیر نوع شخم، سطوح بقایا و کود نیتروژن

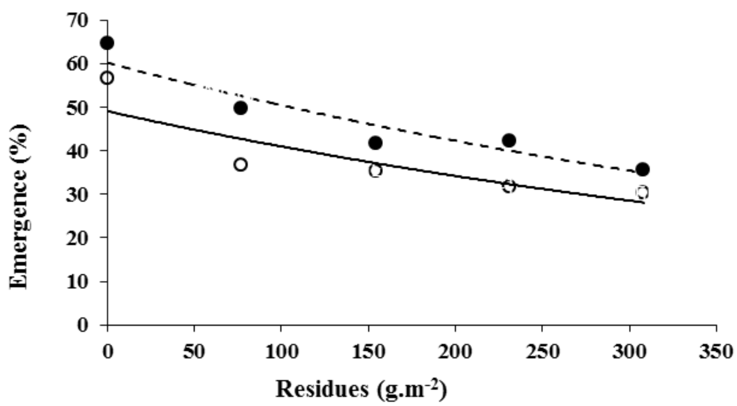
Table 1- Analysis of variance (mean of squares) of emergence percentage and dry weight of cotton plants at 30, 60 and 90 days after planting influenced by cultivation method, plant residue levels and nitrogen fertilizer

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	سبز شدن Emergence	وزن خشک برگ Leaf dry weight			وزن خشک ساقه Stem dry weight			وزن خشک کل Total dry weight		
			30	60	90	30	60	90	30	60	90
بلوک Replication (Rep.)	2	11.28^{ns}	0.18^{ns}	1.89^{ns}	37.93^{ns}	0.002^{ns}	14.67^{ns}	38.84^{ns}	0.008^{ns}	13.93^{ns}	71.50^{ns}
خاک‌ورزی Cultivation (Cult.)	1	1128.44**	81.66**	2552.86**	7678.13**	8.31**	17.26**	11436.66*	133.25**	10999.13**	37856.84*
Rep. × Cult.	2	2.38^{ns}	0.14^{ns}	7.69^{ns}	61.01^{ns}	0.07**	6.84^{ns}	110.14^{ns}	0.84**	65.24^{ns}	302.04^{ns}
بقایا Residue (Res.)	4	1402.18**	5.94**	353.99**	1371.96**	11.29**	28.14**	1120.98**	104.82**	1403.54**	4949.84**
نیتروژن Nitrogen (N)	1	2.52^{ns}	164.80**	277.05**	1945.79**	47.00**	120.68**	2179.00**	402.81**	763.46**	8243.00**
Cult. × Res.	4	30.03**	2.30**	39.36*	117.80**	1.62**	94.81**	262.68**	5.97**	254.65**	714.65**
Cult. × N	1	1.35^{ns}	26.03**	54.75*	279.53**	0.49**	0.04^{ns}	251.70*	29.47**	58.04^{ns}	1061.76**
Res. × N	4	0.207^{ns}	0.33^{ns}	32.55*	48.30^{ns}	0.34**	13.43^{ns}	20.79^{ns}	1.33**	81.71**	73.12^{ns}
Cult. × Res. × N.	4	1.39^{ns}	0.89**	41.68**	31.52^{ns}	0.64**	14.33^{ns}	80.67^{ns}	2.00*	103.76*	204.24*
خطا Error	36	3.24	0.18	10.68	27.79	0.01	14.67	33.90	0.10	34.87	66.35
ضریب تغییرات C.V (%)		4.23	5.67	13.02	12.72	2.98	17.26	14.28	2.91	12.48	9.91

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و غیر معنی‌دار

ns, ** and *: Means non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

دگرآسیبی بقایای گیاهی، به‌ویژه غلات یک‌ساله سرمادوست همچون جو (Sánchez-Moreiras et al., 2004; Villagrasa et al., 2006; Younesi et al., 2012) نیز می‌تواند اثرات منفی بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهان بعدی در تناوب زراعی گذاشته و در نتیجه موجب عدم ایجاد پوشش سبز یکنواخت شود (Abbasdokht & Chaichi, 2003). ضیاءحسینی و همکاران (Zia-Hosseini et al., 2002) نیز با تحقیقی که بر روی اثر آللوپاتیک مقادیر و سنین مختلف بقایای آفتابگردان بر سبز شدن و رشد پنبه انجام دادند نتیجه گرفتند که مقادیر مختلف بقایای آفتابگردان سبز شدن پنبه را 25 تا 62/5 درصد نسبت به شاهد کاهش دادند.



شکل 1- روند کاهش نمائی درصد سبز شدن پنبه در واکنش به سطح بقایای گیاهی جو در دو سامانه خاک‌ورزی شخم برگردان‌دار (خط نقطه‌چین: $R^2 = 0.90$, $y=60.142e^{-0.002x}$) و دیسک (خط راست: $y=49.044e^{-0.002x}$، $R^2 = 0.79$)

Fig. 1- The exponential decay pattern of cotton emergence in response to the level of barley plant residues in two cultivation systems of moldboard plowing (dotted line, $y = 60.142e^{-0.002x}$, $R^2 = 90$) and disk (Straight line, $y = 49.044e^{-0.002x}$, $R^2 = 0.79$)

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با آزمون FLSD می‌باشند.

Means with at least a similar letter do not have a significant difference at the 5% probability level based on the FLSD test.

وزن خشک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، اثرات هر سه تیمار اصلی سامانه خاک‌ورزی، میزان بقایا و نیتروژن در هر سه مرحله نمونه‌گیری (30، 60 و 90 روز پس از کاشت) بر وزن خشک برگ، ساقه و کل گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول 1). اثرات متقابل شخم در بقایا در همه مراحل تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک برگ، ساقه و کل گیاه پنبه داشت، درحالی‌که اثر متقابل شخم در نیتروژن تنها تأثیر معنی‌داری بر وزن برگ در هر سه مرحله گذاشت و بر وزن خشک ساقه و کل فقط در 30 و 90 روز پس از کاشت معنی‌دار بود. وزن خشک گیاه چندان تحت تأثیر متقابل بقایا در نیتروژن قرار نگرفت. هم‌چنین وزن خشک کل در همه مراحل تحت اثر سه‌گانه معنی‌دار خاک‌ورزی، بقایا و نیتروژن قرار گرفت (جدول 1).

وزن خشک برگ، ساقه و کل گیاه پنبه در همه مراحل در خاک‌ورزی مرسوم (شخم برگردان‌دار) بیشتر از کم‌خاک‌ورزی (دیسک) بود و این اختلاف با پیشرفت فصل، بیشتر شد؛ به‌عبارت‌دیگر گیاهان کشت شده با سامانه خاک‌ورزی شخم برگردان‌دار در طی فصل سرعت تجمع ماده خشک بیشتری داشتند. برای مثال وزن خشک برگ گیاهان در سامانه شخم برگردان‌دار در 30 روز پس از کاشت حدود 36/8 درصد بیشتر از گیاهان در سامانه دیسک بود و این اختلاف در 90 روز پس از کاشت به 75 درصد رسید. این برتری سامانه شخم برگردان‌دار در 30 و 90 روز پس از کاشت برای وزن خشک ساقه به‌ترتیب 27/3 و 103/5 و برای وزن خشک کل 32/3 و 88/2 درصد بود (جدول 2).

در بین سطوح نیتروژن نیز با کاربرد 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، وزن خشک برگ، ساقه و کل بیشتری در همه مراحل نسبت به 50 کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد، به‌طوری‌که در 90 روز پس از کاشت وزن خشک برگ، ساقه و کل در سطح 150 در مقایسه با سطح 50 کیلوگرم نیتروژن به‌ترتیب 31/9، 34/7 و 33/3 درصد

بیشتر بود (جدول 2). نیتروژن در سطح سلولی، تعداد و حجم سلول‌ها را افزایش می‌دهد و سبب افزایش سطح برگ و دوام آن و افزایش کارآیی جذب تابش توسط گیاه و در نتیجه بهبود تولید زیست‌توده می‌شود (Basso & Ritchie, 2005; Marbet, 2000)؛ نیتروژن همچنین یکی از عناصر غذایی مؤثر بر میزان فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی و در نتیجه میزان تجمع ماده خشک گیاهان است (Plénet & Lemaire, 2000).

جدول 2- مقایسه‌های میانگین اثرات اصلی شخم و نیتروژن بر وزن خشک برگ، ساقه و کل (گرم در مترمربع) پنبه رقم خرداد در 30، 60 و 90 روز پس از کاشت

Table 2- Mean comparisons for main effects of cultivation and nitrogen on leaf, stem and total dry weight (g.m^{-2}) of cotton at 30, 60 and 90 days after planting

فاکتور Factor	سطح Level	وزن خشک برگ Leaf dry weight (g.m^{-2}) 30	60	90	وزن خشک ساقه Stem dry weight (g.m^{-2}) 30	60	90	وزن خشک کل Total dry weight (g.m^{-2}) 30	60	90
خاک‌ورزی Cultivation	برگردان‌دار Moldboard	8.70 [a*]	31.62 [a]	52.72 [a]	3.92 [a]	29.20 [a]	54.87 [a]	12.62 [a]	60.83 [a]	107.31 [a]
	دیسک Disk	6.36 [b]	18.57 [b]	30.10 [b]	3.18 [b]	15.17 [b]	26.97 [b]	9.54 [b]	33.75 [b]	57.02 [b]
نیتروژن Nitrogen (kg.ha^{-1})	50	5.87 [b]	22.95 [b]	35.72 [b]	2.66 [b]	20.76 [a]	34.75 [b]	8.54 [b]	43.72 [b]	70.47 [b]
	150	9.19 [a]	27.25 [a]	47.11 [a]	4.38 [a]	23.60 [b]	46.80 [a]	13.72 [a]	50.85 [a]	93.91 [a]

* در هر ستون و برای هر یک از اثرات خاک‌ورزی یا نیتروژن، میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون FLSD اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

* In each column and for each main effects of soil tillage or nitrogen, means with at least one similar letter are not significantly different at the 5% probability level based on the FLSD test.

در مورد اثر اصلی بقایا، در هر سه مرحله نمونه‌گیری، بیشترین وزن خشک برگ، ساقه و کل در سطح صفر بقایا حاصل شد. در 30 و 60 روز پس از کاشت، با افزایش کاربرد بقایا، وزن خشک گیاه به‌طور خطی کاهش نشان داد و شیب این کاهش در 60 روز بسیار بیشتر از 30 روز پس از کاشت بود (شکل 2) که نشان می‌دهد تا این مرحله وجود بقایا مشکلاتی را برای رشد پنبه ایجاد کرده‌اند، به‌ویژه اینکه گیاه پنبه در اوایل رشد دارای رشد بسیار بطئی است. با این وجود با پیشرفت فصل واکنش متفاوتی از تجمع وزن خشک به سطوح بقایا دیده شد، به‌طوری‌که در 90 روز پس از کاشت یک روند افزایشی در وزن خشک با افزایش میزان بقایا مشاهده شد (شکل 2).

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سه‌گانه نوع شخم در میزان بقایا در سطوح کودی نیتروژن بر وزن خشک کل پنبه حاکی از آن بود که وزن خشک پنبه تحت تأثیر هر سه عامل قرار گرفت، به‌طوری‌که در هر سه مرحله بیشترین وزن خشک کل از تیمار بقایای صفر و نیتروژن 150 کیلوگرم در هکتار در سامانه شخم برگردان‌دار به‌دست آمد (شکل 3).

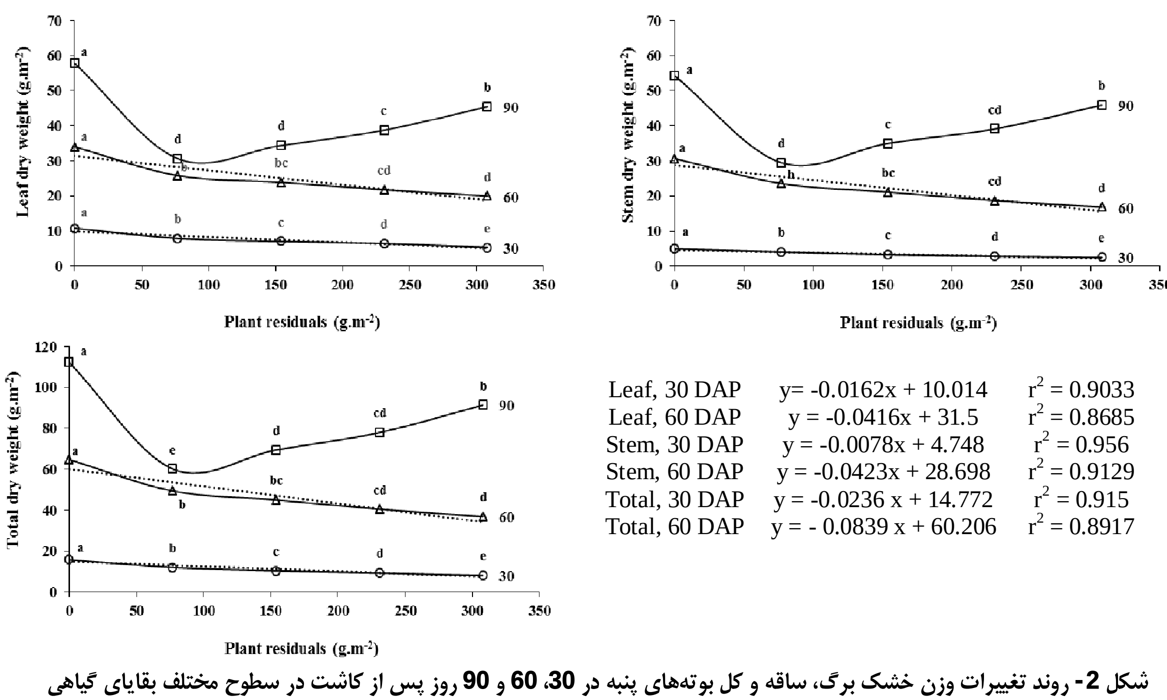
در دو مرحله 30 و 60 روز پس از کاشت، روند کلی نشانگر افت وزن خشک پنبه در همه سطوح تیماری با افزایش میزان مصرف بقایای جو از صفر به 308 گرم در مترمربع بود و این کاهش در هر دو سامانه شخم (معمول و کم‌خاک‌ورزی) در سطح 50 کیلوگرم نیتروژن در هکتار محسوس‌تر از 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود که خود نشانگر متناسب نبودن نسبت مقدار نیتروژن به‌کار برده شده با میزان بقایا است. دیده شده است که با افزایش مقادیر بقایای گیاهان سرمادوست (گندم، جو و چاودار) مقدار زیست‌توده گیاهان مورد ارزیابی (سورگوم، سویا و ذرت) کاهش پیدا می‌کند (Younesi et al., 2012)، به‌ویژه زمانی‌که مقادیر زیاد بقایای گیاهی بدون مصرف نیتروژن کافی به‌کار برده شوند (Singh et al., 2004). نیتروژن نقش اساسی در دستیابی به عملکرد بالای کمّی و کیفی در محصولات زراعی ایفا می‌کند (Cassman et al., 2003) و کاربرد بقایای زیاد در خاک می‌تواند میزان نیتروژن خاک را تحت تأثیر قرار دهد. تحت این شرایط، احتمال می‌رود که مقدار نیتروژن خاک به‌دلیل فعالیت تجزیه میکروارگانیسم‌ها کاهش‌یافته و رشد گیاه را تحت تأثیر قرار دهد (Amini et al., 2014). هر چند در 90 روز پس از کاشت افزایش تدریجی در وزن خشک با کاربرد بقایا مشاهده شد (شکل 3) که

نشان‌دهنده نیاز برای زمان جهت تجزیه بقایا و احتمالاً آزادسازی نیتروژن است. این افزایش به‌ویژه در سامانه شخم برگردان مشهود بود.

در 30 و 60 روز پس از کاشت کمترین وزن خشک مربوط به تیمار 50 کیلوگرم نیتروژن در سامانه دیسک با کاربرد 308 گرم بقایا در مترمربع بود، امّا در مرحله 90 روز پس از کاشت، کمترین وزن خشک در همین ترکیب تیماری دیسک و 50 کیلوگرم نیتروژن، امّا در سطح 77 گرم بقایا در مترمربع حاصل شد. اصولاً با کاربرد دیسک، اختلاف چندانی بین کاربرد 50 و 150 کیلوگرم نیتروژن به‌ویژه در مراحل 60 و 90 روز پس از کاشت هنگام کاربرد بقایا مشاهده نشد، درحالی‌که در شرایط عدم کاربرد بقایا، کاربرد 150 کیلوگرم نیتروژن سبب افزایش 58 درصدی وزن خشک نسبت به 50 کیلوگرم نیتروژن شد و چنین به نظر می‌رسد کاربرد نیتروژن بیشتر، به‌ویژه در سامانه شخم برگردان‌دار، سودمندتر بوده است (شکل 3). چنین اثرات سودمندی از نیتروژن بر زیست‌توده ذرت و پنبه در سایر گزارش‌ها نیز وجود دارد (Koocheki et al., 2015; Peng et al., 2010)، به‌ویژه که وجود بقایای بیشتر در سطح خاک سبب تغییر نسبت C/N می‌شود. در این شرایط میزان نیتروژن موجود در خاک توسط میکروارگانیسم‌ها مصرف شده و گیاه در طی فصل رشد با کمبود نیتروژن مواجه می‌شود (Amini et al., 2014).

عملکرد ماده خشک

نتایج آنالیز جدول تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که اثرات اصلی نوع سامانه خاک‌ورزی، میزان بقایای گیاهی، سطوح نیتروژن ($p\leq 0/01$) و برهم‌کنش اثرات متقابل شخم در بقایا، شخم در نیتروژن ($p\leq 0/01$) و بقایا در نیتروژن ($p\leq 0/05$) بر عملکرد ماده خشک گیاه پنبه تأثیر معنی‌داری داشت؛ امّا اثر سه‌گانه شخم در بقایا در نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر عملکرد ماده خشک گیاه پنبه نشان نداد (جدول 3).



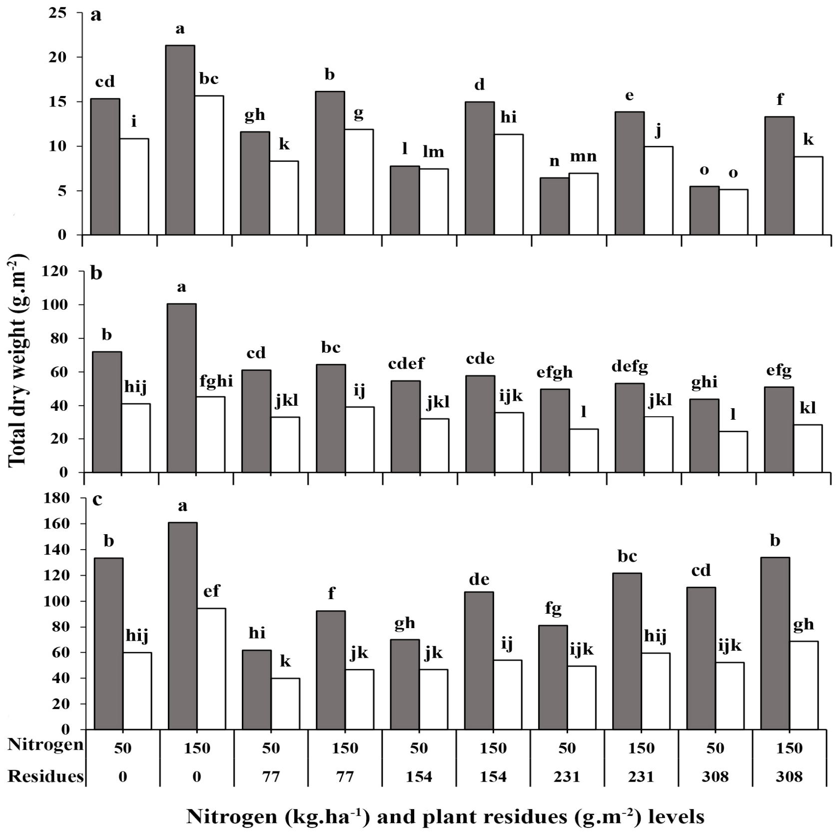
Leaf, 30 DAP	y= -0.0162x + 10.014	r^2 = 0.9033
Leaf, 60 DAP	y = -0.0416x + 31.5	r^2 = 0.8685
Stem, 30 DAP	y = -0.0078x + 4.748	r^2 = 0.956
Stem, 60 DAP	y = -0.0423x + 28.698	r^2 = 0.9129
Total, 30 DAP	y = -0.0236 x + 14.772	r^2 = 0.915
Total, 60 DAP	y = - 0.0839 x + 60.206	r^2 = 0.8917

شکل 2- روند تغییرات وزن خشک برگ، ساقه و کل بوته‌های پنبه در 30، 60 و 90 روز پس از کاشت در سطوح مختلف بقایای گیاهی

Fig. 2- Variations trend in leaf, stem and total dry weight of cotton plants at 30, 60 and 90 days after planting (DAP) at different levels of plant residues

معادله‌های آورده شده مربوط به خطوط رگرسیونی برازش‌یافته در 30 و 60 روز پس از کاشت می‌باشند.

The presented equations are related to fitting regression lines at 30 and 60 days after planting.



شکل 3- تغییرات وزن خشک کل پنبه در 30 (a)، 60 (b) و 90 (c) روز پس از کاشت تحت اثر متقابل مقادیر مختلف بقایای جو (صفر، 77، 154، 231 و 308 گرم در مترمربع) و کود نیتروژن (50 و 150 کیلوگرم در هکتار) در دو سامانه خاک‌ورزی با دیسک (ستون‌های روشن) و شخم برگردان‌دار (ستون‌های تیره)

Fig. 3- Changes in the total dry weight of cotton at 30 (a), 60 (b), and 90 (c) days after planting under the interaction of various amounts of plant residues (zero, 77, 154, 231 and 308 g.m^{-2}), and Nitrogen fertilizers (50 and 150 kg.ha^{-1}) in two soil tillage systems with disks (bright columns) and moldboard plowing (dark columns)

برای هر تاریخ، میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با آزمون FLSD می‌باشند.

For each date, means with at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level, based on the FLSD test.

عملکرد ماده خشک گیاه پنبه تحت تأثیر نوع سامانه خاک‌ورزی قرار گرفت و میزان آن در شخم برگردان‌دار بیشتر از دیسک بود (جدول 4). هم‌چنین با افزایش بقایای گیاهی از 77 به 308 گرم در مترمربع و نیز با افزایش کود نیتروژن از 50 به 150 کیلوگرم در هکتار، عملکرد ماده خشک گیاه پنبه افزایش پیدا کرد (جدول 4).

نتایج مقایسه‌های میانگین اثر متقابل شخم در بقایای جو بر عملکرد ماده خشک پنبه نشان داد که بیشترین میانگین عملکرد ماده خشک در سامانه شخم معمول در بقایای 308 گرم در مترمربع و کمترین آن نیز در سامانه شخم دیسک و بقایای 77 گرم در مترمربع به‌دست آمد که با بقایای 77 گرم در مترمربع در سامانه شخم برگردان‌دار و بقایای 154 گرم در مترمربع در سامانه شخم دیسک از لحاظ آماری تفاوتی نداشت. افزایش بقایا در سامانه شخم برگردان‌دار از 77 به 308 گرم در مترمربع افزایش عملکرد ماده خشک را در پی داشت (شکل 4 الف).

مقایسه میانگین اثر متقابل نوع سامانه خاک‌ورزی در سطوح کود نیتروژن بر عملکرد ماده خشک پنبه نشان داد که افزایش کود نیتروژن از 50 به 150 کیلوگرم در هکتار در سامانه خاک‌ورزی معمول باعث افزایش بیشتر عملکرد ماده خشک گیاه پنبه نسبت به سامانه کم‌خاک‌ورزی شده است، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد ماده خشک در سامانه شخم برگردان‌دار در نیتروژن 150 کیلوگرم در هکتار و

کمترین میزان عملکرد ماده خشک در نیتروژن 50 کیلوگرم در هکتار در سامانه شخم دیسک حاصل شد (شکل 4 ب). کاهش عملکرد در سامانه‌های کم‌خاک‌ورزی را می‌توان به فشردگی خاک و فراهم نبودن شرایط مناسب برای رشد ریشه نسبت داد، زیرا این فشردگی به کاهش تراکم طول ریشه منجر شده، رشد آن را تحت تأثیر قرار داده و در نتیجه ریشه نمی‌تواند آب و مواد غذایی را به‌خوبی جذب نماید (Mohammadi et al., 2009) و همین امر احتمالاً سبب واکنش کمتر گیاهان به نیتروژن در این سامانه شده است. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2015) بیان کردند عملکرد ماده خشک پنبه در تیمار 150 کیلوگرم نیتروژن نسبت به تیمار شاهد حدود 54 درصد افزایش نشان داد. هم‌چنین بر طبق مقایسه‌های میانگین اثر متقابل شخم در بقایای جو بر عملکرد ماده خشک پنبه (شکل 5 الف)، بیشترین میانگین عملکرد ماده خشک در گیاه پنبه در سامانه خاک-ورزی معمول در بالاترین سطح بقایا (308 گرم در مترمربع) حاصل شد و کمترین میزان عملکرد ماده خشک نیز در سامانه کم‌خاک‌ورزی (دیسک) و بقایای 77 گرم در مترمربع به‌دست آمد. هم‌چنین با افزایش میزان بقایا، اختلاف عملکرد ماده خشک بین دو سامانه خاک‌ورزی بیشتر شد (شکل 5 الف).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل میزان بقایا و سطوح نیتروژن بر عملکرد ماده خشک نشان داد که با افزایش بقایا و کاهش نیتروژن از عملکرد ماده خشک گیاه پنبه کاسته شد، این در حالی است که افزایش بقایا در سطح بالاتر نیتروژن موجب افزایش بیشتر عملکرد ماده خشک گیاه شد، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد ماده خشک از تیمار بقایای 308 گرم در مترمربع و کود نیتروژن 150 کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان عملکرد ماده خشک نیز در تیمار بقایای 77 گرم در مترمربع در نیتروژن 50 کیلوگرم در هکتار حاصل شد (شکل 5 ب). دیده شده است که مصرف کود نیتروژنی تأثیر قابل‌توجهی بر عملکرد ماده خشک گیاه دارد (Cabrera-Bosquet et al., 2009)، به‌ویژه در زمان‌هایی که مقادیر بالایی بقایای گیاهی در خاک موجود می‌باشد.

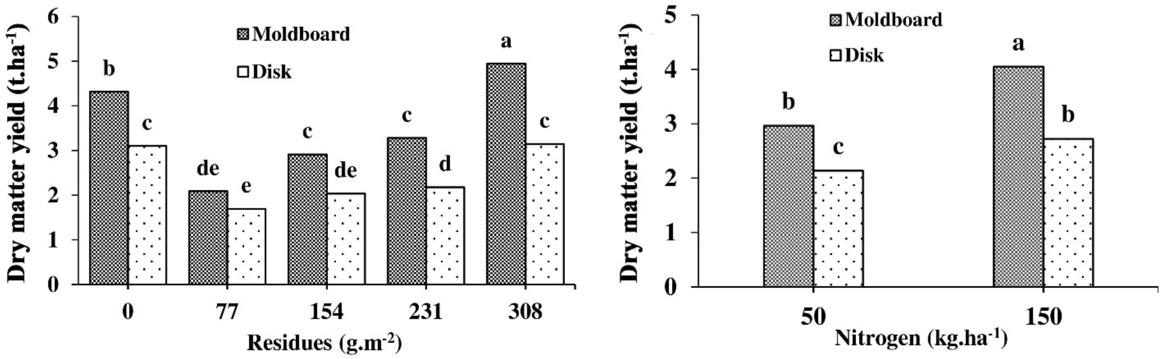
جدول 3- نتایج تجزیه واریانس صفات مربوط به عملکرد گیاه پنبه تحت تأثیر نوع شخم، سطوح بقایا و کود نیتروژن

Table 3- Results of analysis of variance for traits related to cotton yields as affected by cultivation type, residue levels and nitrogen fertilizer

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات Mean of squares				
		وزن خشک غوزه Boll dry weight	عملکرد وش Seed cotton yield	عملکرد پنبه‌دانه Cotton seed yield	عملکرد الیاف Lint yield	عملکرد ماده خشک Dry matter yield
بلوک Replication (Rep.)	2	0.0008ns	0.01n.s	0.002n.s	0.0003n.s	0.01n.s
خاک‌ورزی Cultivation (Cult.)	1	6.85*	3.68**	1.26**	0.65*	17.34**
Rep. × Cult.	2	0.098*	0.02n.s	0.0001n.s	0.008n.s	0.073n.s
بقایا Residue (Res.)	4	3.55**	1.84**	0.63**	0.32**	9.49**
نیتروژن Nitrogen (N)	1	3.22**	1.58**	0.53**	0.29**	10.49**
Cult. × Res.	4	0.31**	0.18**	0.05**	0.04**	0.78**
Cult. × N	1	0.77**	0.45**	0.14**	0.09**	0.93**
Res. × N	4	0.22**	0.100**	0.04**	0.02**	0.33*
Cult. × Res. × N.	4	0.12**	0.101**	0.03**	0.01**	0.18n.s
خطا Error	36	0.02	0.007	0.006	0.002	0.12
ضریب تغییرات CV (%)		9.85	6.91	10.24	9.68	11.72

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و غیر معنی‌دار

ns, ** and *: Means non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

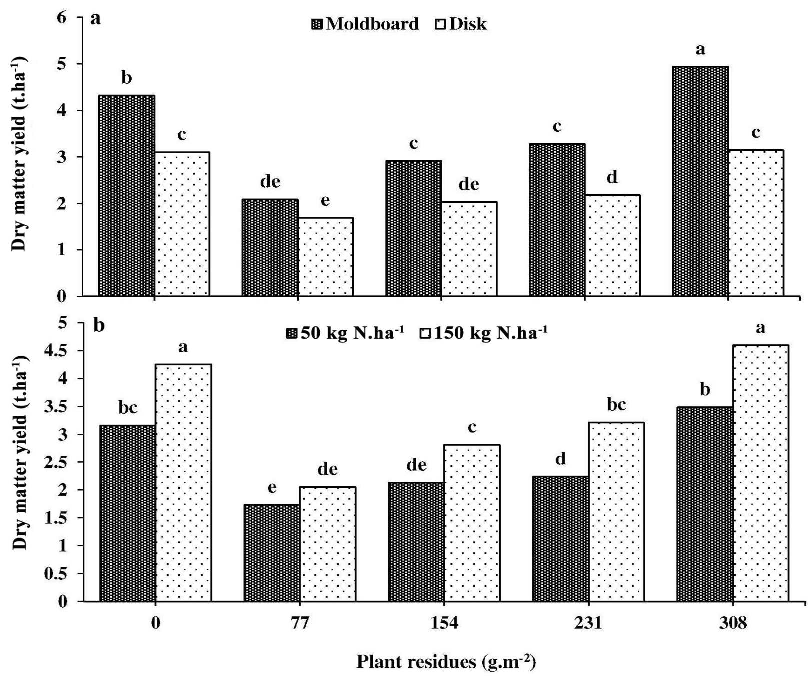


شکل 4- مقایسه‌های میانگین اثر خاک‌ورزی بر عملکرد ماده خشک پنبه رقم خرداد در (a) سطوح مختلف بقایای جو و (b) مقادیر مختلف نیتروژن

Fig. 4- Means comparison for the effect of tillage method on dry matter yield of cotton (cv. Khordad) in (a) different levels of plant residues, and (b) different nitrogen levels

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با آزمون FLSD می‌باشند.

The means that have at least one common letter do not have a significant difference at the 5% probability level, based on FLSD test.



شکل 5- واکنش عملکرد ماده خشک پنبه به میزان بقایای جو در (الف) دو سامانه خاک‌ورزی معمول و کم‌خاک‌ورزی، و (ب) در دو سطح 50 و 150 کیلوگرم نیتروژن

Fig. 5- The response of cotton dry matter yield to the amount of plant residues in (a) common andreduced tillage systems, and (b) at two levels of 50 and 150 kg of nitrogen

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با آزمون FLSD می‌باشند.

The means that have at least one common letter do not have a significant difference at the 5% probability level with the FLSD test.

در یک پژوهش هفت‌ساله روی جو (*Hordeum vulgare* L.) اختلاط بقایای گیاهی با خاک کاهش عملکرد را به‌همراه داشت که این کاهش در تیمارهای با مصرف کمتر از 120 کیلوگرم نیتروژن مشهودتر بود (Malhi et al., 2001). در ذرت کشت شده در تناوب با یولاف نیز دیده شده است که استفاده از 139 کیلوگرم در هکتار نیتروژن همراه با حفظ بقایای گیاهی، عملکرد را نسبت به شاهد که

نیتروژنی دریافت نکرده بود، 92 درصد افزایش داد (Zanata et al., 2007). کاهش عملکرد و بازده مصرف نیتروژن در سامانه‌های حفظ بقایای گیاهی به غیرمتحرک شدن نیتروژن نسبت داده می‌شود که مقدار آن به نوع بقایای گیاهی بستگی دارد (Vetch & Randall, 2000).

جدول 4- مقایسه‌های میانگین اثرات اصلی شخم و نیتروژن بر عملکرد پنبه رقم خرداد

Table 4- Mean comparisons for main effects of cultivation method and nitrogen on the yields of cotton (cv. Khordad)

عامل Factor	سطح Level	عملکرد غوزه Boll yield	عملکرد وش Seed cotton yield	عملکرد پنبه‌دانه cotton seed yield	عملکرد الیاف Lint yield	عملکرد ماده خشک Dry matter yield
		($t.ha^{-1}$)				
خاک‌ورزی Cultivation	برگردان‌دار Moldboard	2.08^{a}*	1.52 ^{a}	0.90 ^{a}	0.62 ^{a}	3.50^{a}
	دیسک Disk	1.41^{b}	1.03 ^{b}	0.61 ^{b}	0.41 ^{b}	2.43 ^{b}
نیتروژن N ($kg.ha^{-1}$)	50	1.51 ^{b}	1.11 ^{b}	0.66 ^{b}	0.44 ^{b}	2.55 ^{b}
	150	1.98 ^{a}	1.44 ^{a}	0.85 ^{a}	0.58 ^{a}	3.38 ^{a}
میزان بقایا Plant residues ($g.m^{-2}$)	0	2.18 ^{b}	1.54 ^{b}	0.92 ^{b}	0.62 ^{b}	3.70 ^{b}
	77	1.06 ^{e}	0.77 ^{e}	0.47 ^{e}	0.29 ^{e}	1.89 ^{e}
	154	1.41 ^{d}	1.04 ^{d}	0.62 ^{d}	0.42 ^{d}	2.47 ^{d}
	231	1.69 ^{c}	1.26 ^{c}	0.74 ^{c}	0.52 ^{c}	2.72 ^{c}
	308	2.39 ^{a}	1.76 ^{a}	1.05 ^{a}	0.71 ^{a}	4.04 ^{a}

* میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون FLSD اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

* The means that have at least one common letter do not have a significant difference at the 5% probability level, based on FLSD test

عملکرد غوزه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی نوع شخم ($p\leq 0/05$)، میزان بقایا و سطوح کود نیتروژن و همچنین اثر متقابل شخم در بقایا، شخم در نیتروژن، بقایا در نیتروژن و اثر متقابل سه‌گانه شخم در بقایا در نیتروژن در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری بر عملکرد غوزه در گیاه پنبه داشت (جدول 3).

نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که وزن عملکرد غوزه پنبه تحت تأثیر نوع سامانه خاک‌ورزی قرار گرفت، به‌طوری‌که در سامانه شخم برگردان‌دار و دیسک به‌ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد غوزه حاصل شد. همچنین در بین اثر اصلی بقایا، وزن غوزه بیشتری در بقایای 308 گرم در مترمربع نسبت به بقایای 77 گرم در مترمربع به‌دست آمد؛ و در بین سطوح نیتروژن نیز عملکرد غوزه در 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشتر از 50 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (جدول 4).

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نوع شخم در میزان بقایا در سطوح کودی نیتروژن بر عملکرد غوزه پنبه نشان داد که عملکرد غوزه پنبه تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد غوزه از تیمار بقایای 308 گرم در مترمربع و نیتروژن 150 کیلوگرم در هکتار در سامانه شخم برگردان و کمترین میزان عملکرد غوزه پنبه در تیمار بقایای 77 گرم در مترمربع و نیتروژن 50 کیلوگرم در هکتار در سامانه دیسک حاصل شد (شکل 6-a). به نظر می‌رسد در تیمار 308 گرم در مترمربع به‌دلیل کنترل علف‌های هرز توسط بقایا و فراهمی رطوبت بیشتر برای گیاه زراعی، افزایش عملکرد غوزه را به‌دنبال داشته است. در این زمینه ربیعی و رجبیان (Rabiee & Rajabian, 2012) دلیل افزایش رشد گیاه در سامانه شخم معمول نسبت به بدون خاک‌ورزی را ایجاد بستری مناسب، زمینه رشد و استفاده بهتر از پارامترهای اقلیمی در سامانه خاک‌ورزی متداول دانستند. فولادی وند و همکاران (Fooladivand et al., 2009) و امیدی و همکاران (Omidi et al., 2005) نیز در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که میان سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری وجود داشته و سامانه خاک‌ورزی متداول از این نظر دارای برتری بود. در یک آزمایش پنج‌ساله عملکرد پنبه در دو سال اول در

سیستم بدون خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم و دیسک و چیزل کمتر بود، ولی در سه سال بعد سیستم بدون خاک‌ورزی باعث افزایش عملکرد و هم‌چنین زودرس‌تر شدن محصول به‌میزان شش تا 10 روز نسبت به سامانه‌های خاک‌ورزی مرسوم شد (Triplett et al., 1996).

عملکرد وش

اثرات اصلی نوع سامانه خاک‌ورزی، میزان بقایای گیاه جو و سطوح مختلف نیتروژن و اثرات متقابل آن‌ها شامل شخم در بقایا، شخم در نیتروژن، بقایا در نیتروژن و اثر متقابل سه‌گانه شخم در بقایا در نیتروژن اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد وش گیاه پنبه داشتند (جدول 3).

مقایسه‌های میانگین اثرات اصلی نوع خاک‌ورزی نشان داد که عملکرد وش گیاه پنبه در شخم برگردان‌دار نسبت به دیسک افزایش پیدا کرد. هم‌چنین با افزایش مقدار بقایای گیاهی و نیز با افزایش نیتروژن، عملکرد وش افزایش پیدا کرد (جدول 4).

نتایج حاصل از مقایسه‌های میانگین اثرات متقابل نشان داد که عملکرد وش گیاه پنبه تحت تأثیر نوع سامانه شخم و افزایش بقایا و سطوح نیتروژن تغییر می‌کند، به‌طوری‌که در سامانه شخم برگردان با افزایش بقایا از 77 به 308 گرم در مترمربع، عملکرد وش افزایش یافت که این افزایش در شرایط فراهمی نیتروژن قابل مشاهده‌تر بود و بیشترین عملکرد وش در سامانه شخم برگردان با کاربرد 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار و بقایای 308 گرم در مترمربع حاصل شد که از لحاظ آماری مشابه سطح صفر بقایا در همین سطوح خاک‌ورزی و نیتروژن بود (شکل 6-b). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2015) نیز کمترین و بیشترین عملکرد وش را به‌ترتیب در تیمارهای صفر و 150 کیلوگرم نیتروژن مشاهده کردند. در مطالعه‌ای که توسط بلیس و راویندارن (Blaise & Ravindran, 2003) طی پنج سال انجام شد، مشاهده گردید که عملکرد پنبه در سه سال اول در سیستم خاک‌ورزی حفاظتی به‌طور معنی‌داری بیشتر از خاک‌ورزی مرسوم بود. درحالی‌که به‌عقیده سینگر و همکاران (Singer et al., 2004) اثر مفید برگشت بقایا به خاک همواره در عملکرد محصول قابل مشاهده نیست، بلکه ممکن است اثرات مثبتی بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته باشد که این اثرات به‌خصوص در مورد بقایای با نسبت C/N بالا، به‌کندی ظاهر شده و به‌طور معمول در طی دو تا سه سال بعد از برگشت بقایا به خاک نمی‌توان شاهد اثرات مثبت معنی‌داری بود (Thuy et al., 2008). حتی در سال‌های اول ممکن است به‌دلیل کوچک‌تر بودن بوته‌های رشد یافته در سیستم بدون شخم و شاخه‌دهی کمتر آن‌ها، عملکرد وش کمتری در این سیستم در مقایسه با سیستم‌های خاک‌ورزی رایج حاصل شود (Ghaderi-Far et al., 2012). طبیعی است که برگردان نمودن کاه‌وکلش توسط گاوآهن برگردان‌دار بهتر از سایر روش‌ها انجام می‌گیرد و در کوتاه‌مدت استفاده از ادواتی همچون ساقه خردکن و گاوآهن برگردان‌دار در افزایش عملکرد مؤثر است (Hulburt & Menzwl, 2002). نتایج محققین نشان می‌دهد که درصد برگردان بقایای گیاهی در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی تأثیر زیادی بر عملکرد گیاه دارد. برای مثال دیده شده است که تیمار شخم با خاک‌ورزی برگردان و دیسک (روش مرسوم منطقه) با 88 درصد برگردان، بهترین و تیمار دو بار دیسک سنگین با 56 درصد برگردان نسبت به تیمارهای دیگر کمترین عملکرد را داشت (Taghinazhad & Javadi, 2014). با این وجود در یک آزمایش، مقایسه دو تیمار شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) در دو روش بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم نشان داد که در ابتدا میزان عملکرد در سامانه بی‌خاک‌ورزی بسیار پایین‌تر از روش خاک‌ورزی مرسوم بود، امّا بعد از گذشت 13 سال به‌دلیل هدررفت و تخلیه مواد آلی ناشی از انجام خاک‌ورزی (اکسایش مواد آلی)، روند این پدیده معکوس شد، به‌طوری‌که عملکرد تیمارهای بی‌خاک‌ورزی بیشتر از تیمارهای خاک‌ورزی مرسوم بود (Thomas & Blevins, 1996) که به نظر می‌رسد ناشی از تأثیرات مثبت بقایای گیاهی بر ویژگی‌های خاک و آزادسازی عناصر غذایی است (Blanco-Canqui & Lal, 2009).

عملکرد پنبه‌دانه

اثر اصلی نوع سامانه‌های خاک‌ورزی، میزان بقایا و سطوح نیتروژن و هم‌چنین اثرات متقابل نوع شخم در سطوح نیتروژن، شخم در میزان بقایا، بقایا در سطوح نیتروژن و سامانه خاک‌ورزی در میزان بقایا در سطوح نیتروژن بر صفت عملکرد پنبه‌دانه معنی‌دار بودند ($p\leq 0/01$) (جدول 3).

عملکرد پنبه‌دانه در سامانه شخم معمول نسبت به کم‌خاک‌ورزی برتری داشت (جدول 4). خاک‌ورزی بر بخش مهمی از خصوصیات خاک از قبیل دما، ذخیره و پراکنش رطوبت در خاک (Lampurlanes

et al., 2001) و نیـز تـراکم خـاک (Lapen et al., 2004) اثـر می‌گذارد؛ بنابراین با انتخاب و اجرای صحیح یک سامانه خـاک‌ورزی می‌توان بستر بذر مناسبی را جهت رشد گیاه و در نهایـت، بـه‌دسـت آوردن عملکـرد مطلـوب فـراهم نمـود (Barzegar et al., 2004). هم‌چنین با افزایش میزان بقایا عملکرد پنبه‌دانـه افـزایش پیـدا کـرد، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین وزن پنبه‌دانه به‌ترتیب در بقایای 308 و 77 گرم در مترمربع حاصل شد. در بین سطوح نیتروژن نیز حـداکثر میزان عملکرد پنبه‌دانه در سطح نیتـروژن 150 کیلـوگـرم در هکتـار حاصل شد که نشان می‌دهد فراهمی کود نیتروژن تأثیر بسزایی بر این صفت گیاه پنبه دارد (جـدول 4). دورداس و سـیولاس (Dordas & Sioulas, 2008) در بررسی اثر سـه سـطح نیتـروژن (0، 100 و 200 کیلوگرم در هکتار نیتروژن) بر دو هیبرید گلرنگ دریافتنـد کـه کـود نیتروژن عملکرد دانه را به‌طور میانگین 19 درصد در مقایسه با شرایط شاهد افزایش می‌دهد.

نتایج حاصل از مقایسه‌های میانگین اثرات متقابل نشان داد که در سامانه شخم برگردان‌دار با افزایش بقایا عملکرد پنبه‌دانه افزایش یافت که این افزایش در شرایط فراهمی نیتروژن ملموس‌تـر بـود (شـکل - 6c)، بـه‌طـوری‌کـه بیشـترین عملکـرد پنبـه‌دانـه در سـامانه شـخم برگردان‌دار با کاربرد 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار در دو سطح صفر و 308 گرم بقایای جو در مترمربع حاصل شـد (شـکل 6-c). در ایـن رابطه ربیعی و رجبیـان (Rabiee & Rajabian, 2012) بـر مبنـای تجزیه و تحلیل اقتصادی اثرات سامانه‌هـای خـاک‌ورزی و مـدیریت بقایای برنج بر صفات مورفولوژیک و عملکرد کلزای پاییزه به‌عنـوان کشت دوم پس از برنج در رشت عنوان کردند که بـه نظـر مـی‌رسـد سامانه خاک‌ورزی حداقل در شرایط وجود یا عـدم وجـود بقایـا دارای مزیت‌هایی در مقایسه با سامانه خاک‌ورزی متداول است که کاربرد آن را توجیه می‌کند.

فولادی‌وند و همکاران (Fooladivand et al., 2009) در بررسی تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد کلـزا بـه ایـن نتیجـه رسیدند که بالاترین میزان عملکرد دانه به تیمار خـاک‌ورزی متـداول اختصاص داشت. این افزایش عملکرد دانه در سامانه‌های خـاک‌ورزی متداول و حداقل در مقایسه با بدون خاک‌ورزی را می‌توان بـه بهبـود ساختمان خاک، وضعیت بهتر استقرار گیاهـان، تـراکم بیشـتر بوتـه، توسعه بیشتر سامانه ریشه‌ای در عمـق خـاک و جـذب بهتـر عناصـر غذایی نسبت داد (Motta et al., 2002). هـم‌چنـین پـژوهش‌هـای زیادی رابطه مستقیم و مثبت بین عملکرد و استفاده از مقادیر مختلف بقایای گیاهی را به اثبات رسانده‌اند (Power et al., 1998). بخشی از این رابطه مثبت به تغییر در ویژگی‌هایی مانند مـاده آلـی خـاک و چرخه نیتروژن نسبت داده شده است. در یک پژوهش 13 سـاله روی گیاه ذرت در هشت سال از 13 سال، متوسط عملکرد برای تیمارهای حذف بقایا 8/4 درصد کمتر از تیمارهای حفظ بقایا بود (Linden et al., 2000).

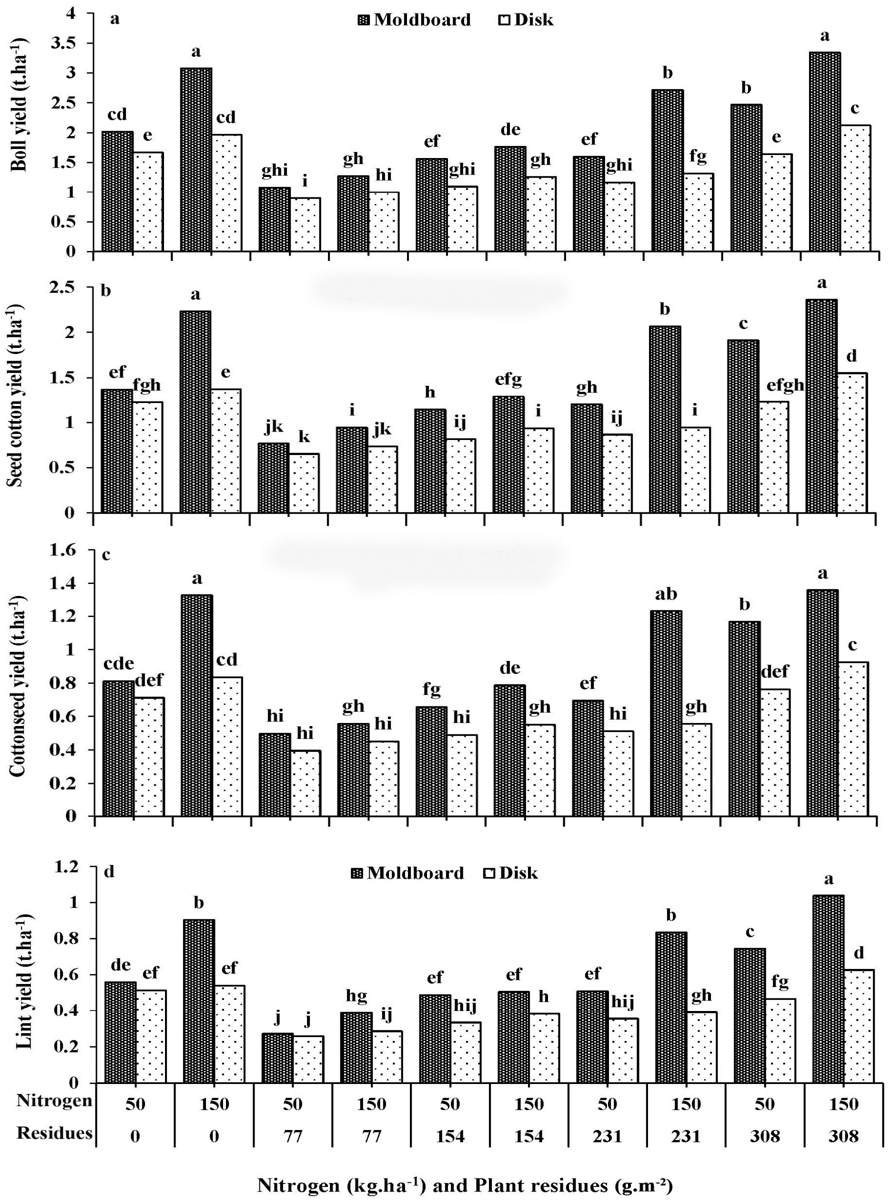
عملکرد الیاف

عملکرد الیاف تحت تـأثیر نـوع سـامانه خـاک‌ورزی ($p\leq 0/01$)، میزان بقایای گیاهی و سطوح مختلف نیتـروژن و هـم‌چنـین اثـرات متقابل (شخم در بقایا، شخم در نیتروژن، بقایا در نیتروژن و شخم در بقایا در نیتروژن) در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جـدول 3). نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی نوع شخم نشـان داد کـه در سـامانه شخم معمول عملکرد الیاف بیشتری نسبت به کم‌خاک‌ورزی حاصـل شد. در مورد اثرات اصلی بقایـا و نیتـروژن نیـز بـه‌ترتیـب بیشـترین عملکرد الیاف از بقایای 308 گرم در مترمربع و 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد (جدول 4).

نتایج حاصل از مقایسه‌هـای میـانگین اثـرات متقابـل شـخم در بقایای جو در سطوح کود نیتروژن بر عملکـرد الیـاف نشـان داد کـه بیشترین عملکرد الیاف گیـاه پنبـه تحـت تـأثیر سـامانه خـاک‌ورزی برگردان‌دار، در سـطح بقایـای 308 گـرم در مترمربـع و سـطح کـود نیتروژن 150 کیلوگرم در هکتار حاصل شد، درصـورتی‌کـه در سـطح کودی 50 کیلوگرم در هکتار در بقایای 77 گرم در مترمربع در هر دو سامانه خاک‌ورزی کمترین عملکرد الیاف به‌دست آمد (شکل 6-d).

نتیجه‌گیری

انجام تحقیق حاضر به‌وضوح اثرات مفید عدم حذف بقایای گیاهی و اختلاط آن‌ها با خاک را حتی برای یک فصل زراعی به اثبات رساند که خود تأکیدی بر اجتناب از روش ناصحیح سوزاندن بقایای محصول قبلی است. یافته کلیدی دیگر این تحقیق این است اگـر چـه جهـت دستیابی به کشاورزی پایدار، بر اجرای روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی تأکید شده است و مرتباً به کشاورزان توصیه می‌شود.



شکل 6- مقایسه‌های میانگین اثر متقابل خاک‌ورزی، بقایای جو و سطوح نیتروژن بر عملکرد (a) غوزه، (b) وش، (c) پنبه‌دانه و (d) الیاف پنبه رقم خرداد

Fig. 6. Mean comparisons of the interaction effect of cultivation method, barley residues and nitrogen levels on (a) boll, (b) Seed cotton, (c) cottonseed, and (d) lint yields of cotton, cv. Khordad

برای هر صفت، میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با آزمون FLSD می‌باشند.

For each trait, the means that have at least one common letter do not have a significant difference at the 5% probability level, based on FLSD test.

هرچه سریع‌تر از سامانه‌های خاک‌ورزی برگردان دست کشیده و به‌سمت سامانه‌های کم‌خاک‌ورزی تغییر جهت دهند، لیکن اجرای سامانه‌های کم‌خاک‌ورزی در کوتاه‌مدت می‌تواند تأثیری بر عملکرد نداشته و یا حتی آن را کاهش دهد. این نکته بسیار مهم بوده و در توصیه به کشاورزان نیز باید به‌عنوان یک احتمال به آن پرداخته شود، چرا که طبق بسیاری از تحقیقات، اثربخشی سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی در درازمدت به اثبات رسیده است، درحالی‌که در کوتاه‌مدت اثرات کاهش عملکرد را به دنبال داشته‌اند. هم‌چنین طبق نتایج این تحقیق، کاهش درصد سبز شدن پنبه در سامانه کم‌خاک‌ورزی و هم‌چنین در کاربرد بقایای محصول قبلی، پیام مدیریتی مهمی می‌تواند داشته باشد و آن این است که افزایش میزان بذر پنبه در شرایط یاد شده جهت جبران کاهش درصد سبز شدن گیاه زراعی است.

References

Abbasdokht, H., and Chaichi, M.R., 2003. The potential allelopathic effect of different chickpea straw and stubbles varieties on germination and early growth of sorghum (*Sorghum halepense*), soybean (*Glycine max*) and sunflower (*Helianthus annuus*). Iranian Journal of Agricultural Science 34(3): 617-624. (In Persian with English Summary)

Allmaras, R.R., Burrows, W.C., and Larson, W.E., 2001. Early growth of corn as affected by soil temperature. Science Society of America Journal 28: 271-275.

Amini, A., Rajaei, M, and Farsi Nejad, K., 2014. Effects of different plant residue under different tillage practices on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Plant Ecophysiology 6(16): 27-37. (In Persian with English Summary)

Azad Disfani, F., Darvish Mojni, T., Diehji, A., Rooshani, G., Zangi, M.R., Alishah, O., Ghorbani, G., Gharnijaki, A.R., Mali, M., and Norozieh, S., 2014. Cotton: sowing, growing, harvesting. Special plan for the Basij along with the farmer. Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). Agricultural Education Publishing. 177p. (In Persian).

Aykas, E., and Onal, I., 2004. Effects of different tillage techniques on cotton yield and quality. Asian Journal of Plant Science 3: 403-405.

Barzegar, A.R., Hashemi, A.M., Herbert, S.J., and Asoodar, M., 2004. Interactive effects of tillage system and soil water content aggregate size distribution for seedbed preparation in Fluvisols in southwest Iran. Soil and Tillage Research 78(1): 45-52

Basso, B., and Ritchie, J.T., 2005. Impact of compost, manure, and inorganic fertilizer on nitrate leaching and yield for a 6-year maize-alfalfa rotation in Michigan. Agriculture, Ecosystems and Environment 108: 329-341.

Blaise, D., and Ravindran, C.D., 2003. Influence of tillage and residue management on growth and yield of cotton grown on a vertisol over 5 years in a semi-arid region of India. Soil and Tillage Research 70: 163-173.

Blanco-Canqui, H., and Lal, R., 2009. Crop residue removal impacts on soil productivity and environmental quality. Critical Review in Plant Science 28: 139-163.

Buman, R.A., Alesi, B.A., Bardley, J.F., Hatfield, J.L., and Karlen, D.L., 2005. Profit and yield of tillage in cotton production system. Journal of Soil and Water Conservation 60: 235-242.

Cabrera-Bosquet, L., Abriziob, R., Araus, J.L., and Nogues, S., 2009. Photosynthetic capacity of field grown durum wheat under different N availabilities: A comparative study from leaf to canopy. Environmental and Experimental Botany 76: 315-322.

Cassman, K.G., Dobermann, A., Walters, D.T., and Yang, H., 2003. Meeting cereal demand while protecting natural resources and improving environmental quality. Annual Review of Environment and Resources 28: 315–358.

Dordas, C.A., and Sioulas, C., 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. Industrial Crops and Products 27: 75-85.

Emam, Y., Ahmadi, A., and Pesarakli, M., 2011. The Effect of different methods of tillage, accompanied by plant residue management and different levels of nitrogen application, on yield and yield components of rainfed wheat (cv. Agosta) in Fars province climatic conditions. Iranian Journal of Field Crop Science 41(4): 841-850. (In Persian with English Summary)

Fischer, R.A., Santiveri, F., and Vidal, I.R., 2002. Crop rotation, tillage and crop residue management for wheat and maize in the sub-humid tropical highlands. Field Crops Research 79: 107-122.

Fooladivand, S., Aynehband, A., and Naraki, F., 2009. Effects of tillage method, seed rate and microelement spraying time on grain yield and yield components of rapeseed (*Brassica napus* L.) in warm dryland condition. Journal of Food, Agriculture and Environment 7(3 and 4): 627-633.

Ghaderi-Far, F., Ghajari, A., Sadegh-Nejad, H., and Gharanjiki, A., 2012. Effects of tillage systems on yield of cotton following canola in Gorgan. Iranian Journal of Field Crops Research 9(3): 416-421. (In Persian with English Summary)

Ghooshchi, F., Jourabloo, A., Silsepour, M., and Hadi, H., 2011. Effect of primary tillage method and barley (*Hordeum vulgare* L.) crop residual management on the soil and silage corn (*Zea mays* L.) characteristics. Journal of Agroecology 2(3): 428-436. (In Persian with English Summary)

Griffith, D.R., Kladivko, E.J., Mannering, J., West, T.D., and Pavsons, S.D., 2000. Long term tillage and rotation effects on corn growth and yield on high and low organic matter in poorly drained soils. Agronomy Journal 80: 599-605.

Horne, D.J., Ross, C.W., and Hughes, K.A., 1992. Ten years of maize-oats rotation under three tillage system on a silt loam in New Zealand I: A comparison of soe soil properties. Soil and Tillage Research 22: 131-143.

Hosseini, S., Behdani, M.A., and Khashei Siuki, A., 2016. Spatial and temporal zoning of suitable lands for cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivation using analytical hierarchy process (Case study: South Khorasan Province). Agroecology 9(4): 1136-1148. (In Persian with English Summary)

Hulburt, W.C., and Menzwl, G., 2002. Soil mixing characteristics of tillage tools. Agronomy Engineering 34: 112-118.

Irannejad, H., Ghanadha, M.R., and Nejad Mohammad Nameghi, A.R., 2002. A comparison of the polyethylene and organic mulch effects on the yield of cotton. Iranian Journal of Agricultural Science 33(1): 179-186. (In Persian with English Summary)

Jami Al-Ahmadi, M., 1998. Effects of planting date and time of irrigation termination on growth, yield and quality properties of cotton. M.Sc. Dissertation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Jamily, H., Baniani, A., and Nuri Hosseini, S.M., 2010. Study on nitrogen management in cotton farming. 12th Iranian Crop Science Congress. Tehran, Iran. August. pp. 2918-2920. (In Persian with English Summary)

Johnson, J.R., and Saunders, J.R., 2003. Cotton plant response to tillage systems. Annual Report 2002 of the north Mississippi research center. Information Bulletin 398: 122-124.

Kamkar, B., Ghorbani Nasrabadi, R., Alimagham, S.M., and Ebrahimi, T., 2009. The Effect of cotton and soybean residues on releasing nitrate and ammonia and on the microbial community dynamism in the soil. Environmental Sciences 7(1): 149-160. (In Persian with English Summary)

Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Moradi, R., and Alizadeh, Y., 2015. Evaluation of yield and nitrogen use efficiency of maize and cotton intercropping under different nitrogen levels. Iranian Journal of Field Crops Research 13(1): 1-13. (In Persian with English Summary)

Lampurlanes, J., Angas, P., and Martines, C., 2001. Root growth soil water content and yield of barely under different tillage systems on two soils in semiarid conditions. Field Crops Research 69: 27-40.

Lapen, D.R., Topp, G.C., Edwards, M.E., Gregorich, E.G., and Cumin, W.E., 2004. Combination cone penetration resistance/ water content instrumentation t o evaluated cone penetration- water content relationships in tillage research. Soil and Tillage Research 79: 51-62.

Layese, M.F., Clapp, C.E., Allmaras, R.R., Linen, D.R., Copeland, S.M., Mohanna, J.A.E., and Dowdy, R.H., 2002. Current and relic carbon using natural abundance, carbon. Soil Science 167: 315-326.

Limon-Ortega, A., Sayre, K., and Francis, C., 2000. Wheat and maize yield in response to straw management and nitrogen under a bed planting system. Agronomy Journal 92: 295-302.

Linden, D.R., Clapp, C.E., and Dowdy, R.H., 2000. Long- term corn grain and stower yields as a function oftillage and residue removal in east centra Minnesota. Soil and Tillage Reseaech 56: 167-174.

Malhi, S.S., Grant, C.A., Johnston, A.M., and Gill, K.S., 2001. Nitrogen fertilization management for no-till cereal production in the Canadian Great Plains: A review. Soil and Tillage Research 60: 101-122.

Marbet, R., 2000. Differential response of wheat to tillage management systems in a semi-arid area of Morocco.

Field Crops Research 66: 165-174.

Mert, M., Aslan, E., Akiscan, Y., and Caliskan, M.E., 2006. Response of cotton to different tillage systems and intra-row spacing. Soil and Tillage Research 85: 221-228.

Mohammadi, K., Nabi Allahi, K., Aghaalikhani, M., and Khormali, F., 2009. Study on the effect of different tillage methods on the soil physical properties, yield and yield components of rainfed wheat. Journal of Plant Production 16(4): 77-91. (In Persian with English Summary)

Motta, A.C.V., Reeves, D.W., and Touchton, J.T., 2002. Tillage intensity effects on chemical indicators of soil quality in two coastal plain soils. Communications in Soil Sceience and Plant Analysis 33: 913-932.

Najafi, H., and Zand, A., 2012. Weed management strategies in conservation systems (restrictions and opportunities). 12th Iranian Crop Sciences Congress, 4-6 September, Karaj, Iran. (In Persian with English Summary)

Naraki, G., 2009. Effect of plant residue management and different levels of nitrogen on yield and yield components of safflower. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran. (In Persian with English Summary)

Omidi, H., Tahmasebi Sarvestani, Z., Ghalavand, A., and Modarres Sanavi, S.A.M., 2005. Evaluation of tillage systems and row distances on grain yield and oil content in two canola (*Brassica napus* L.) cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences 7(2): 97-111. (In Persian with English Summary)

Opoku, G., and Vyn, T.J., 1997. Wheat residue management options for no-till corn. Canadian Journal of Plant Science 77: 207-213.

Peng, Y., Niu, J., Peng, Z., Zhang, F., and Li, C., 2010. Shoot growth potential drives N uptake in maize plants and correlates with root growth in the soil. Field Crops Research 115: 85–93.

Plénet, D., and Lemaire, G., 2000. Relationships between dynamics of nitrogen uptake and dry matter accumulation in maize crops. Determination of critical N con- centration. Plant Biology and Soil Sciences 216: 65–82.

Power, J.F., Koerner, P.T., Doran, J.W., and Wilhelm, W.W., 1998. Residual effects of crop reduced on grainproduction and selected soil properties. Soil Science Society of America Journal 62: 1393-1397.

Rabiee, M., and Rajabian, M., 2012. Effect of tillage systems and rice residue management on morphological traits and yield of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) as second crop after rice in Rasht. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 21(4): 105-121. (In Persian with English Summary)

Right, R.L., Bowman, R.A., Nielsen, D.C., Vigil, M.F., Aiken, R.M., and Benjamin J.G., 1998. Alternative crop rotations for the central Great Plains. Journal of Production Agriculture 12: 95-99.

Sadeghi, H., and Kazemayni, S., 2012. Effects of straw management and nitrogen rates on soil quality and grain protein of two barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars under dryland conditions. Iranian Journal of Field Crop Science 42(4): 705-713. (In Persian with English Summary)

Sánchez-Moreiras, A.M., Weiss, O.A., and Reigosa-Roger, M.J., 2004. Allelopathic evidence in the Poaceae. The Botanical Review 69: 300-319.

Singer, J.W., Kohler, K.A., Liebman, M., Richards, T.L., Cambardella, S.C.A., and Buher, D.D., 2004. Tillage and compost affect yield on corn, soybean and wheat and soil fertility. Agronomy Journal 96: 531-537.

Singh, Y., Ladha, J.K., Khind, C.S., and Bueno, C.S., 2004. Effects of residue decomposition on productivity and soil fertility in rice-wheat rotation. Soil Science Society of America Journal 68: 854-864.

Taghinazhad, J., and Javadi, A., 2014. Effect of tillage systems with corn residue on grain yield of rapeseed in Moghan region. Journal of Agricultural Machinery 4(2): 352-359. (In Persian with English Summary)

Thomas, G.W., and Blevins, R.L., 1996. The development and importance of no-tillage crop production in Kentucky. Agronomy Research Report 1996. Kentucky Agricultural Experimental Station Progress Report No. 385.

Thuy, N.H., Shan, Y., Singh, B., Wang, K., Cai, Z., Singh, Y., and Buresh, R.J., 2008. Nitrogen supply in rice-based cropping system as affected by crop residue management. Soil Science Society of America Journal 72: 514-523.

Triplett, G.B., Dobney, S.M., and Sieker, J.H., 1996. Tillage systems for cotton on silty upland soils. European Journal of Agronomy 88: 507-512.

Unger, P.W., and McCalla, T.M., 1980. Conservation tillage system. Advance in Agronomy 33: 1-58.

Verhulst, N., Govaerts, B., Verachtert, E., Castellanos-Navarrete, A., Mezzalama, M., Wall, P., Deckers, J., and Sayre, K.D., 2010. Conservation agriculture, improving soil quality for sustainable production systems? In: Lal, R., and Stewart, B.A. (eds.), Advances in Soil Science: Food Security and Soil Quality. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 137-208.

Vetch, J.A., and Randall, G.W., 2000. Enhancing no-tillage systems for corn with starter fertilization, rowcleaners, and nitrogen placement methods. Agronomy Journal 92: 309-315.

Villagrasa, M., Guillamón, M., Labandeira, A., Taberner, A., Eljarrat, E., and Barceló, D., 2006. Benzoxazinoid allelochemicals in wheat: distribution among foliage, roots, and seeds. Agriculture and Food Chemistry 54: 1009-1015.

Weersink, A., Walke, M., Swanton, C., and Shaw, J.E., 1992. Costs of conventional and conservation tillage systems. Soil and Water Conservation 47: 328-339.

Younesi, O., Haghpanah, A., Yousefnejad, S., and Moradi, A., 2012. Study of stubble allelopathic effects of cool season crops (wheat, barley and rye) on seedling emergence and early growth of sorghum (*Sorghum bicolor*), corn (*Zea mays*) and soybean (*Glycine max*). Pajohesh and Sazandegi 92: 31-37. (In Persian with English Summary)

Zanata, J.A., Bayer, C., Dieckow, J., Vieira, F.C.B., and Mielniczuk, J., 2007. Soil organic carbon accumulation and carbon costs related to tillage, cropping systems and nitrogen fertilization in a subtropical Acrisol. Soil and Tillage Research 94: 510-519.

Zia-Hosseini, S.S., Bararpour, M.T., Mansouji, A.M., and Babaeian-Jelodar, N.A., 2002. Allelopatic effect of different rates and ages of sunflower residues on emergence and growth of cotton. Journal of Agricultuarl Science and Natural Resources 9(1): 51-58. (In Persian with English Summary)

Journal of Agroecology
Vol. 12, No.1, Spring 2020, p. 15-35

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 12، شماره 1، بهار 1399، ص 15-35

Effect of Crop Residue Management and Nitrogen on Variations of Dry Matter and Yield of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under two Cultivation Systems

M. Jami Al-Ahmadi[1*], S.V. Eslami[1] and M. Farahmand[2]

Submitted: 26-05-2018
Accepted: 21-09-2018

Jami Al-Ahmadi, M., Eslami, S.V., and Farahmand, M., 2020. Effect of crop residue management and nitrogen on variations of dry matter and yield of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under two cultivation systems. Journal of Agroecology 12 (1):15-35.

Introduction

Avoidance of repeated soil tillage in conjunction with maintaining crop residues and plant nutrition management may help to conserve and improve the soil and plant conditions. Primary goals of conservational systems consist of eliminating some cultivation practices and increasing surface crop residues in the planting system. In such residue conserving systems, nitrogen fertilizers are considered as important elements in crop production and influence the pattern of soil organic carbon storage as well as crop growth and yield. Currently, cotton is mainly cultivating in many farms of the country, and in particular in the Southern Khorasan province, after removal of the residues of the previous crop, and few studies have been conducted on the importance of plant residues in this plant in Iran. Therefore, this research was carried out with the aim of investigating the interaction of barley plant residues and different levels of nitrogen on yield and yield components of cotton in two different tillage systems (conventional tillage with moldboard plowing and reduced tillage with disk).

Materials and Methods

To study the effect of application of different residue amounts and nitrogen fertilizer under two different cultivation systems on dry matter accumulation, yield and yield components of cotton, an experiment was conducted as split-plot factorial design with three replications at the Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran. The main plot consisted of two cultivation levels including conventional tillage (mould board plowing) and reduced tillage (disking). The sub-plot included two nitrogen levels (50 and 150 $kg.ha^{-1}$) and five levels of barley residues (0, 77, 154, 231 and 301 $g.m^{-2}$) which were factorial arranged in sub plots. Cotton, Khordad cultivar, was planted on 20th June 2013. Plant dry weight was measured at three stages over the growing season and cotton bolls were collected at two stages and the lint, seed cotton and cottonseed yields was recorded.

Results and Discussion

Results showed that the cotton emergence in moldboard plowing (46.8%) was significantly higher than disk (38.1%), and seedling emergence in both tillage systems decreased with increasing amount of residues on the soil surface. The highest percentage of emergence was related to zero residues in moldboard plowing and the lowest emergence was observed in low tillage (disc) with residues of 308 $g.m^{-2}$. The residue application also reduced the plant dry weight early in the growing period. Although application of low amounts of residues reduced plant dry weight and cotton seed and lint yields compared to non-residue application at the end of the growing season, increased levels of residues, especially where high rates of nitrogen application and moldboard plow were practiced, remarkably increased these traits, so that the greatest lint yield (1.04 $ton.ha^{-1}$) was observed with 308 $g.ha^{-1}$ of residue in conjunction with application of 150 $kg.ha^{-1}$ nitrogen and practicing moldboard plowing. Moldboard plow system caused a greater dry matter accumulation and crop yield and it seems that initiation of crop residue conservation and reduced tillage requires more time.

1- Associate Professor, College of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
2- Former M.Sc. Student of Agroecology, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
(*- Corresponding Author: mjamialahmadi@birjand.ac.ir)
Doi:10.22067/jag.v12i1.73029

Conclusion

The research clearly demonstrated the beneficial effects of not removing plant residues and mixing them with soil even for a single crop season, which, in turn, emphasizes the avoidance of incorrect burning of the residues of the previous crop. According to this study findings, where 100% of previous crop residues are added to the soil, the application of nitrogen should be increased proportionally. Otherwise, a significant reduction in crop yield and yield components would be observed especially at high rates of crop residues. Moreover, it appears that reduced cultivation systems might not influence crop yield and even reduce it in short term and requires long term research studies to determine the efficacy of conservational cultivation systems.

Keywords: Conservation tillage, Dry weight, Emergence, Lint yield, Moldboard plow